

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-182
補助事業名 平成27年度 恒久的な利用を目指した宇宙建造物の無衝突連結システムの
開発 補助事業
補助事業者名 首都大学東京 鳥阪綾子

1 研究の概要

本事業は恒久的な利用を目指した宇宙建造物の無衝突連結技術を確立するために、電磁石を有する小型衛星同士の位置姿勢同時制御に注目し、次の3つの柱に沿って研究を進めた。

1. 擾乱補正システムを搭載したテストベッドの開発および実証実験
2. 無衝突結合機構の設計

1によって小型衛星の低コストという利点を損なわない安価な低擾乱システムを開発し、無重力環境を模擬した実験環境を整備する。事前に測定した擾乱力を打ち消すように模擬衛星の搭載台に搭載したファンを無線で制御し、衛星のセンシングを非接触で行うものとする。2では電力以外のリソースを使わないように、Cup and Cornの形状と機能材料である形状記憶合金（SMA）の併用による精度の高い結合機構を設計した。1～2を併せる事で、恒久的な利用を目指した宇宙建造物の無衝突連結技術の提案とした。

2 研究の目的と背景

現状の大型宇宙建造物の輸送手段には H2B ロケット等しかなく、容積制限があるために現状では展開構造として設計される。しかし宇宙空間で人の手が加えられない限りは完成したシステムでなければならず、サイズも性能も限られてしまう問題点がある。これを解決したのが各モジュールを連結して組み上げる国際宇宙ステーションであるが、そのモジュール間の接続には宇宙飛行士を必要とし、船外活動によって彼らを危険に晒す事はもちろん、莫大な費用が必要である。したがって人の手を必要とせず、かつ建造物同士の自律的な連結技術の獲得が世界的に急務の課題とされている。

具体的にはエネルギー構造の変革や宇宙探査を将来目標に掲げる NASA, ESA, JAXA といった各国の宇宙機構が必要としているように、建造物の建造スピードを向上させ、かつ宇宙建造物の慣性質量によるシステム全体への動的影響をなくすための無衝突結合技術を、安価・安全に、かつ宇宙飛行士の手を必要とせずコスト面で有利となるよう自律的にとり行う事の可能な技術の獲得である。これが本研究の目指すところである。

そこで、これから研究が加速すると予想される2物体間の連結結合システムについて、恒久利用が可能なシステムの提案のために、複数対の電磁石を用いた実証実験のためのテストベッド開発および結合軌道制御と結合機構の開発が直接の目的となる。外乱の少ない無

重力環境を模擬するテストベッドとして、できるだけ利用環境下のテストピースで実験可能とするシステムとしたうえで制御システムが組めるように汎用性も備える。さらに2物体の結合機構を提案し、その実証を行う事によって高精度な結合システムとし、宇宙機の結合技術としてまとめる。

3 研究内容

(1) 擾乱補正システムを搭載したテストベッドの開発および実証実験

宇宙構造物は大型化すればするほどその慣性質量による動的影響が無視できず、結合時には構造物全体の共振、破壊を引き起こす危険性がある。そのため現状は一回の結合に数時間をかける超低速で運用されるが、結合回数を伴う構造物建築にはそのスピードアップが必須である。また、ミッションじたいに運用制限を与えてはならないため、化学燃料等の利用による寿命があってはならないという要求もある。本事業のテストベッドの開発と実証実験はこの2つの解決を複数対の電磁石の利用によって目指すものであり、この点において新規性と意義がある。

具体的には模擬衛星の位置情報をカメラで測定し、その速度・加速度データから擾乱補償力を計算して無線技術を用いて模擬衛星上のブラシレスモータに制御指令値を与え、その推力によって擾乱をキャンセルする仕組みを開発する。

(2) 無衝突結合機構の設計

無衝突結合については電磁石の利用を想定する。そのラッチ機構として、アクチュエータ部にSMAを採用し、その機構を設計検討した。熱の付与による結晶構造の変化による形状変化は緩やかであり、普通のパネを用いたアライメントピンを用いるよりも衛星本体への衝撃リスクが低減できるのが特徴である。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究は宇宙大型構造物の建築に大きく寄与する事となる。モジュール構造の構築技術が確立する事により数十メートル級以上の宇宙構造物の建造が可能となれば、例えば宇宙空間で太陽発電を行うシステム(SSPS)と、すでに研究が行われている地上への太陽エネルギー伝送システムによって世界規模でエネルギー構造の変革が行われるし、深宇宙での大型宇宙アンテナの構築が可能となれば惑星間の通信が高速化・高精度化するため、より遠くの惑星探査が可能となる。このように社会を大きく変化するきっかけとなる技術であるため、本研究の遂行価値は大きなものと考えている。

また、他分野でも電磁石を用いた同様のアイデアの適用事例が出はじめており、例えば医療用MRIを用いた磁場環境を積極的に用いた手術ロボットの軌道制御への適用といった事例(2014)のように多くの分野への適用可能性が大いにある基礎的技術であると言え、その技術向上に関する本申請には大きな意義がある。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

構造物のダイナミクスと振動制御および多目的最適設計を専門とし、衛星構造の開発設計に携わり、将来ミッションを見据えた超大型宇宙構造物の構築のための要素技術の1つとして今回研究が位置づけられる。並行してソーラーセイル等に代表される超軽量大型膜面構造物の最適設計および膜面構造の機能化を目指した無線技術と構造の最適設計の研究を行っている。これらを総合する事によってモジュール構造の軌道上結合による構築技術の実証としてまとめる事ができるようにしている。このように、学生と共に常にビジョンを持った研究を一緒に行う事で研究企画・立案・実施・評価の一連の活動を教育している。

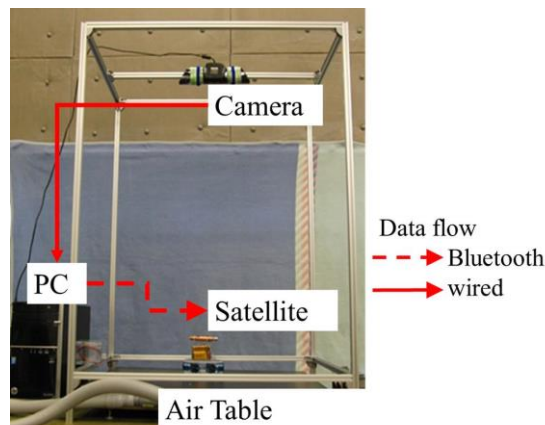
6 本研究にかかわる知財・発表論文等

Taku WATANABE, Ayako TORISAKA, Satoru OZAWA, Hiroshi YAMAKAWA, Hironori SAHARA, Development of A Testbed for Simultaneous Control of Relative Position and Attitude Using Electromagnets, Proceeding of 30th International Symposium on Space Technology and Science (ISTS2015) , 2015-d-38, July 2015

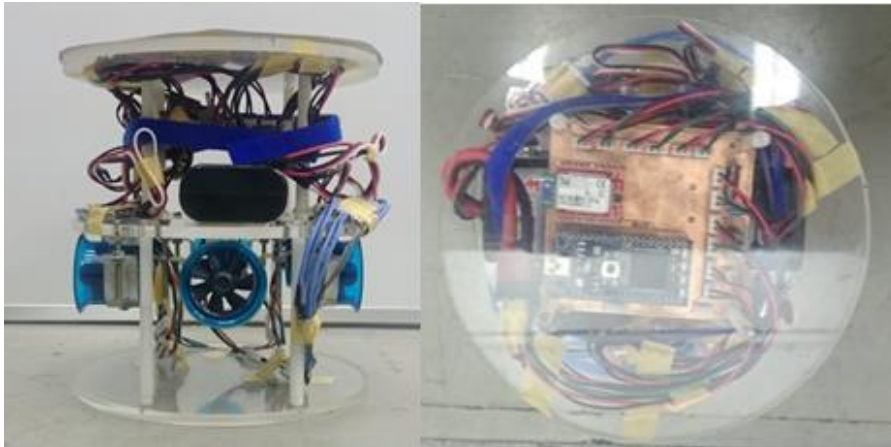
7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

本事業による作成物は下記2点である。無線技術を用いた擾乱補償型無重力環境テストベッドは模擬衛星の位置情報をカメラで測定し、その速度・加速度データから擾乱補償力を計算して模擬衛星上のブラシレスモータによる推力を用いてキャンセルさせる構成である。



無線技術を用いた擾乱補償型無重力環境テストベッド



模擬衛星(ブラシレスモータによる擾乱補償機能搭載)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 首都大学東京 (シュトダイガクトウキョウ)

住 所： 〒191-8555

東京都日野市旭が丘6-6

申請者： 助教 萱場(鳥阪)綾子(カヤバ(トリサカ)アヤコ)

担当部署： システムデザイン学部 航空宇宙工学コース
(システムデザインガクブ コウクウウチュウコウガクコース)

E-mail： akayaba@tmu.ac.jp

URL： <http://www.comp.sd.tmu.ac.jp/sss/>